

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 07 132.6

**Anmeldetag:** 20. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer  
Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 B 39/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Dezember 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Letang

17.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

Brennkraftmaschinen mit einem Verdichter zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine zugeführten Luft sind bereits bekannt.

20

Aus der JP-2001-123844 A ist ein Verfahren zur Diagnose eines elektrischen Zusatzverdichters bekannt, bei dem eine Plausibilisierung der Drehzahlssignale des elektrischen Zusatzverdichters verwendet wird. Weicht die Istdrehzahl des elektrischen Zusatzverdichters trotz Drehzahlregelung länger als eine bestimmte Zeit von der Solldrehzahl ab, so wird auf einen Fehler geschlossen.

25

Vorteile der Erfindung

30

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass für eine Diagnose der Verdichtung ein Istdruckverhältnis über dem Verdichter gemessen wird, dass das gemessene Istdruckverhältnis mit einem vorgegebenen Wert verglichen wird und das in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses ein Fehler detektiert wird. Auf diese Weise lässt sich die Diagnose der Verdichtung weniger aufwendig und mit bereits vorhandener Sensorik ermitteln. Ein zusätzlicher Sensor zur Ermittlung der Istdrehzahl des Verdichters ist nicht erforderlich. Weiterhin lassen sich

35

Fehlerbilder diagnostizieren, die unabhängig von der Solldrehzahl und der Istdrehzahl des Verdichters sind.

5 Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserung des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

10 Besonders vorteilhaft ist es, wenn als vorgegebener Wert ein Solldruckverhältnis gewählt wird. Auf diese Weise lässt sich die Diagnose des Verdichters mit minimaler Sensorik realisieren und erlaubt ohne Rückschlüsse auf die Fehlerquelle die Erkennung folgender Fehlerbilder: Schlauchabfall stromabwärts des Verdichters, alle Fehlerbilder, bei denen die Solldrehzahl ungleich der Istdrehzahl des Verdichters ist, offenhängendes Bypassventil.

15 Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn als vorgegebener Wert ein modelliertes Istdruckverhältnis gewählt wird. Auf diese Weise ist eine Eingrenzung auf folgende Fehlerquellen möglich: offenhängendes Bypassventil und Schlauchabfall stromaufwärts des Verdichters.

20 Besonders vorteilhaft ist es, wenn als Verdichter ein elektrisch betriebener Lader gewählt wird und wenn die Diagnose in einem Leerlauf- oder leerlaufnahen Zustand durchgeführt wird. Auf diese Weise ergibt sich die Möglichkeit, den Druckanteil eines zum elektrisch betriebenen Lader in der Luftzufuhr der Brennkraftmaschine in Serie angeordneten Abgasturboladers zu vernachlässigen, so dass ein Ladedrucksensor stromabwärts des Abgasturboladers in sehr guter Nahrung bei diesem Betriebszustand der Brennkraftmaschine  
25 ausschließlich den Druckanteil des elektrisch betriebenen Laders erfasst. Ein eigener Ladedrucksensor zwischen dem elektrisch betriebenen Lader und dem Abgasturbolader wird auf diese Weise nicht erforderlich.

30 Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn der elektrisch betriebene Lader für die Diagnose definiert angesteuert wird, vorzugsweise im Rahmen eines frühzeitigen Hochlaufs. Auf diese Weise lässt sich der elektrisch betriebene Lader unabhängig von einem ggf. vorhandenen Abgasturbolader in der Luftzufuhr zur Brennkraftmaschine betreiben und sicherstellen, dass der Abgasturbolader das Diagnoseergebnis nicht beeinflusst.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn für die Diagnose ein Schubumluftventil geschlossen wird. Auf diese Weise lässt sich ein definierter Luftmassendurchsatz durch die Luftzufuhr und damit ein zuverlässiges Diagnoseergebnis realisieren.

5      Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine, Figur 2 ein Blockschaltbild einer Motorsteuerung und Figur 3 einen Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens.

10      Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 kennzeichnet 1 eine Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Kraftfahrzeugs. Die Brennkraftmaschine 1 umfasst einen Verbrennungsmotor 60, der beispielsweise als Ottomotor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird beispielhaft angenommen, dass der Verbrennungsmotor 60 als Ottomotor ausgebildet ist. Über eine Luftzufuhr 65 wird dem Verbrennungsmotor 60 Frischluft zur Verbrennung zugeführt. Die Zufuhr von Kraftstoff erfolgt über einen Figur 1 nicht dargestelltes Einspritzventil entweder direkt in einen Brennraum des Verbrennungsmotors 60 oder indirekt über die Luftzufuhr 65 zwischen einer Drosselklappe 85 und einem in Figur 1 nicht dargestellten Einlassventil des Verbrennungsmotors 60. Das im Brennraum des Verbrennungsmotors 60 befindliche Luft-/Kraftstoff-Gemisch wird durch eine in Figur 1 nicht dargestellte Zündkerze gezündet. Der Verbrennungsmotor 60 kann dabei ein- oder mehrzylindrig ausgebildet sein. Das bei der Verbrennung gebildete Abgas wird vom Verbrennungsmotor 60 über ein in Figur 1 nicht dargestelltes Auslassventil in einen Abgasstrang 90 ausgestoßen. Im Abgasstrang 90 ist in diesem Beispiel eine Turbine 75 eines Abgasturboladers angeordnet, die über eine Welle 80 einen Verdichter 15 des Abgasturboladers in der Luftzufuhr 65 antreibt. Der Verdichter 15 des Abgasturboladers ist als ein zweiter Verdichter in der Luftzufuhr 65 einem ersten Verdichter 5 in der Luftzufuhr 65 in Strömungsrichtung nachfolgend angeordnet, wobei die Strömungsrichtung der Frischluft in der Luftzufuhr 65 durch einen Pfeil gekennzeichnet ist. Der erste Verdichter 5 ist in diesem Beispiel als elektrisch betriebener Lader ausgebildet. Die Strömungsrichtung des Abgases im Abgasstrang 90 ist ebenfalls durch einen Pfeil gekennzeichnet.

Ein erster Luftzweig 92 ist dem ersten Verdichter 5 und dem zweiten Verdichter 15 in der Luftzufuhr 65 parallel geschaltet und umfasst ein Schubumluftventil 10, mit Hilfe dessen in dem Fachmann bekannter Weise ein unerwünschtes Verdichterpumpen verhindert werden kann. Dazu wird das Schubumluftventil 10 von einer Motorsteuerung 20 angesteuert. Ein zweiter Luftzweig 94 ist dem ersten Verdichter 5 in der Luftzufuhr 65 parallel geschaltet und wird auch als Bypass bezeichnet. Der zweite Luftzweig 94 umfasst ein Bypassventil 70. Der hier beispielhaft als elektrisch betriebener Lader ausgebildete erste Verdichter 5 ist von einem Elektromotor angetrieben, der von der Motorsteuerung 20 zur Einstellung einer Solldrehzahl angesteuert wird. Stromaufwärts des elektrisch betriebenen Laders 5 ist ein Luftmassenmesser 40, beispielsweise ein Heißfilm-Luftmassenmesser angeordnet, der den Luftmassenstrom der der Brennkraftmaschine 1 über die Luftzufuhr 65 zugeführten Frischluft misst und das Messergebnis an die Motorsteuerung 20 weiterleitet. Dem Luftmassenmesser 40 stromaufwärts benachbart ist ein Umgebungsdrucksensor 30 in der Luftzufuhr 65 angeordnet, der den Luftdruck in der Luftzufuhr 65 vor der Verdichtung misst und ebenfalls an die Motorsteuerung 20 weiterleitet. Dieser Luftdruck entspricht etwa dem Umgebungsdruck. Der Umgebungsdrucksensor 30 könnte auch zwischen dem Luftmassenmesser 40 und dem elektrisch betriebenen Lader 5 in der Luftzufuhr 65 angeordnet sein. Dort herrscht ebenfalls etwa Umgebungsdruck. Zwischen dem zweiten Verdichter 15 und der Drosselklappe 85 ist in der Luftzufuhr 65 ein Ladedrucksensor 25 angeordnet, der den Ladedruck in der Luftzufuhr 65 misst und ebenfalls an die Motorsteuerung 20 weiterleitet. Die Motorsteuerung 20 steuert weiterhin eine Stellung der Drosselklappe 85 zur Einstellung einer gewünschten Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor 60 an. Weiterhin steuert die Motorsteuerung 20 in einer in Figur 1 nicht dargestellten Weise die Kraftstoffeinspritzung und den Zündzeitpunkt an. Weiterhin ist am Verbrennungsmotor 60 ein Drehzahlsensor 35 angeordnet, der die Motordrehzahl misst und das Messergebnis ebenfalls an die Motorsteuerung 20 weiterleitet. Mit Hilfe des Abgasturboladers 15, 75, 80 kann die Motorsteuerung 20 ein vorgegebenes Verdichterverhältnis über dem zweiten Verdichter 15 in der Luftzufuhr 65 umsetzen. Dazu kann die Motorsteuerung 20 einen Öffnungsgrad eines die Turbine 75 im Abgasstrang 90 umgehenden Wastegates und/oder die Einstellung einer entsprechenden Turbinengeometrie in dem Fachmann bekannter und in Figur 1 der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellter Weise ansteuern. Beim Anfahren des Kraftfahrzeugs spricht der Abgasturbolader 15, 75, 80 nicht gleich an. Dies wird als Turboloch bezeichnet. Zu diesem Zweck ist der elektrisch betriebene Lader 5 vorgesehen, der insbesondere beim Anfahren des Kraftfahrzeugs im Rahmen eines frühzeitigen Hochlaufs aktiviert wird, um während des Anfahrvorgangs den Abgasturbolader zu unterstützen. Auf diese Weise kann das Turboloch

5 kompensiert werden. Nachdem das Turboloch überwunden wurde und der zweite Verdichter 15 das geforderte Verdichterdruckverhältnis allein aufbauen kann, wird der elektrisch betriebene Lader 5 von der Motorsteuerung 20 abgeschaltet bzw. durch Öffnen des Bypassventils 70 neutralisiert. Das Bypassventil 70 kann dabei ebenfalls von der Motorsteuerung 20 angesteuert oder als Rückschlagventil ausgebildet sein.

10 Aus der DE 101 24 543 ist ein Verfahren zur Steuerung eines mit einem Abgasturbolader zusammenwirkenden elektrisch betriebenen Laders bekannt. Darin ist die Ermittlung eines Soll-  
druckverhältnisses, hier mit  $v_{psoll}$  bezeichnet, und eines Ist-  
druckverhältnisses, hier mit  $v_{pist}$  bezeichnet, über dem elektrisch betriebenen Lader 5 detailliert beschrieben. Das Ist-  
druckverhältnis  $v_{pist}$  kann dabei auf der Basis der Motordrehzahl und des vom  
Luftmassenmesser 40 gemessenen Luftmassenstroms mit Hilfe eines Kennfeldes sowie in  
Abhängigkeit des vom Umgebungsdrucksensor 30 gemessenen Umgebungsdrucks und  
des vom Ladedrucksensor 25 gemessenen Ladedrucks modelliert werden. Diese Model-  
15 lierung setzt voraus, dass der vom Luftmassenmesser 40 gemessene Luftmassenstrom vollständig durch den ersten Verdichter 15 strömt. Im da Falle, dass das Bypassventil 70  
offen klemmt, ist diese Voraussetzung nicht gegeben, der Luftdurchsatz durch den By-  
pass 70 unbekannt ist. In diesem Fall erfolgt die Modellierung des Ist-  
druckverhältnisses fehlerhaft. Das modellierte Ist-  
druckverhältnis ist im Folgenden auch mit  $v_{pmod}$  gekenn-  
20 zeichnet. Wird gemäß der DE 101 24 543 statt des vom Luftmassenmesser 40 gemessenen Luftmassenstroms ein Sollwert für den Luftmassenstrom, der beispielsweise abhän-  
gig von einem Fahrerwunsch und weiteren Betriebsgrößen bestimmt wird, verwendet, so  
ergibt sich statt des modellierten Ist-  
druckverhältnisses  $v_{pmod}$  das Soll-  
druckverhältnis  
25  $v_{psoll}$  über dem ersten Verdichter 5. Der Fahrerwunsch kann dabei durch ein in Figur 1 nicht dargestelltes Fahrpedal vorgegeben werden, dessen Betätigungsgrad an die Mo-  
torsteuerung 20 zur Auswertung weitergeleitet wird.

In Figur 2 ist ein Blockschaltbild für die Motorsteuerung 20 angegeben. Dabei umfasst  
30 die Motorsteuerung 20 Ermittlungsmittel 55, denen die Motordrehzahl  $n$  vom Drehzahl-  
sensor 35 und der Luftmassenstrom  $m_L$  vom Luftmassenmesser 40 zugeführt ist. Ferner  
ist den Ermittlungsmitteln 55, die auch als Ermittlungseinheit bezeichnet werden, der  
Umgebungsdruck  $p_u$  vom Umgebungsdrucksensor 30 und der Ladedruck  $p_l$  vom Lade-  
drucksensor 25 zugeführt. Ferner ist der Ermittlungseinheit 55 von einem in Figur 1 nicht  
dargestellten Fahrpedal der Betätigungsgrad  $w_{ped}$  des Fahrpedals zugeführt. In Abhän-  
35 gigkeit des Betätigungsgrades  $w_{ped}$  ermitteln die Ermittlungsmittel 55 in dem Fachmann  
bekannter Weise ggf. unter Berücksichtigung weiterer Betriebsgrößen der Brennkraftma-

schine 1 einen Sollwert  $m_{L_{soll}}$  für den Luftmassenstrom in der Luftzufuhr 65 wie beschrieben. Weiterhin ermitteln die Ermittlungsmittel 55 in der beschriebenen Weise das modellierte Istdruckverhältnis  $v_{pmod}$  und das Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$  über dem ersten Verdichter 5. Ferner ermittelt die Ermittlungseinheit 55 aus dem Quotienten  $p_l/p_u$  einen Messwert  $v_{pist}$  für das Druckverhältnis über dem ersten Verdichter 5 und dem zweiten Verdichter 15. Der Messwert  $v_{pist}$ , das Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$  und das modellierte Istdruckverhältnis  $v_{pmod}$  werden Vergleichsmitteln 45 der Motorsteuerung 20 zugeführt, die den Messwert  $v_{pist}$  mit dem Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$  und/oder dem modellierten Istdruckverhältnis  $v_{pmod}$  vergleichen. Das oder die Vergleichsergebnisse werden dann Fehlerdetektionsmitteln 50 der Motorsteuerung 20 zugeführt, die in Abhängigkeit des oder der Vergleichsergebnisse eine Fehlerdiagnose durchführt und ggf. eine Fehlermeldung beispielsweise an eine Anzeigevorrichtung in einem Kombinationsinstrument des Kraftfahrzeugs abgibt.

Betrachtet man den Leerlauf oder einen leerlaufnahen Zustand der Brennkraftmaschine 1, so kann der Druckanteil des Abgasturboladers 15, 75, 80 am Verdichterdruckverhältnis über dem ersten Verdichter 5 und dem zweiten Verdichter 15 vernachlässigt werden, da dieser Druckanteil des Abgasturboladers aufgrund der thermodynamischen Auslegung des Abgasturboladers in dem den Leerlauf bzw. den leerlaufnahen Zustand kennzeichnenden Luftmassenstrombereich keine wesentliche Rolle spielt. Somit erfasst der Ladedrucksensor 25 im Leerlauf bzw. leerlaufnahen Zustand der Brennkraftmaschine 1 in sehr guter Näherung ausschließlich den Druckanteil des elektrisch betriebenen Laders 5 am Verdichterdruckverhältnis über dem ersten Verdichter 5 und dem zweiten Verdichter 15.

Zur Erzeugung des Druckanteils des elektrisch betriebenen Laders 5 ist eine definierte Ansteuerung des elektrisch betriebenen Laders 5 im Leerlauf bzw. leerlaufnahen Zustand der Brennkraftmaschine 1 von Vorteil. Diese Situation ist z.B. im Rahmen eines gemäß der nicht vorveröffentlichten DE 102 35 891 beschriebenen frühzeitigen Hochlauf des elektrisch betriebenen Laders 5 gegeben, bei dem von der Motorsteuerung 20 ein Ansteuersignal gebildet wird, dass den elektrisch betriebenen Lader 5 derart ansteuert, dass in Abhängigkeit eines Betriebszustandes der Brennkraftmaschine 1, der einer Erhöhung eines Fahrerwunschmomentes unmittelbar vorausgeht, der elektrisch betriebene Lader 5 bereits während dieses Betriebszustandes seine Drehzahl erhöht. Dieser Betriebszustand kann beispielsweise durch Betätigung einer Kupplung, durch Entlastung eines Bremspedals bei eingelegter Fahrstufe oder durch Erkennung eines Beschleunigungs- oder Anfahrvorgangs mindestens eines vorausfahrenden Fahrzeugs erreicht werden. Eine defi-

nierte Ansteuerung des elektrisch betriebenen Laders 5 durch die Motorsteuerung 20 kann aber auch unabhängig von einem solchen frühzeitigen Hochlauf im Leerlauf bzw. leerlaufnahen Zustand der Brennkraftmaschine 1 gezielt eingestellt werden. Für die Fehlerdiagnose sollte dabei die Motorsteuerung 20 das Schubumluftventil 10 derart ansteuern, dass es geschlossen wird, um einen definierten Luftmassenstrom zu realisieren, der vollständig durch den elektrisch betriebenen Lader 5 geleitet wird und vom Luftmassenmesser 40 gemessen werden kann.

Der Messwert  $v_{\text{pist}}$  des Druckverhältnisses wird im Folgenden auch als gemessenes Istdruckverhältnis bezeichnet. Ein Vergleich des gemessenen Istdruckverhältnisses  $v_{\text{pist}}$  mit dem Solldruckverhältnis  $v_{\text{psoll}}$  in den Vergleichsmitteln 45 ermöglicht ohne Rückschlüsse auf die Fehlerquelle die Erkennung folgender Fehlerbilder:

- Schlauchabfall in der Luftzufuhr 65 stromabwärts des elektrisch betriebenen Laders 5
- alle Fehlerbilder bei denen die Solldrehzahl gemäß der JP-2001/123844 A trotz Drehzahlregelung länger als eine bestimmte Zeit von der Istdrehzahl des elektrisch betriebenen Laders 5 abweicht
- fehlerhaft geöffnetes Bypassventil 70.

Ein Vergleich des gemessenen Istdruckverhältnisses  $v_{\text{pist}}$  mit dem modellierten Istdruckverhältnis  $v_{\text{pmod}}$  in den Vergleichsmitteln 45 erlaubt eine Eingrenzung auf folgende Fehlerquellen:

- fehlerhaft geöffnetes Bypassventil 70
- Schlauchabfall in der Luftzufuhr 65 stromaufwärts des elektrisch betriebenen Laders 5 und stromabwärts des Luftmassenmessers 40.

In Figur 3 ist ein Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Nach dem Start des Programms aktiviert die Motorsteuerung 20 bei einem Programmpunkt 100 den elektrisch betriebenen Lader 5 im Leerlauf oder einem leerlaufnahen Betriebszustand der Brennkraftmaschine 1 beispielsweise im Rahmen eines frühzeitigen Hochlaufs wie zuvor beschrieben. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt.



Bei Programmpunkt 105 liest die Ermittlungseinheit 55 der Motorsteuerung 20 den aktuellen Ladedruck  $p_l$  vom Ladedrucksensor 25 und den aktuellen Umgebungsdruck  $p_u$  vom Umgebungsdrucksensor 30 ein. Weiterhin liest die Ermittlungseinheit 55 bei Programmpunkt 105 die aktuelle Motordrehzahl  $n$  vom Drehzahlsensor 35 und den aktuellen Luftmassenstrom  $m_L$  vom Luftmassenmesser 40 ein und ermittelt daraus in der beschriebenen Weise mit Hilfe des Kennfeldes und des Ladedrucks  $p_l$  sowie des Umgebungsdrucks  $p_u$  das modellierte Istdruckverhältnis  $v_{pmod}$ . Zusätzlich oder alternativ liest die Ermittlungseinheit 55 bei Programmpunkt 105 vom Fahrpedal den Betätigungsgrad  $w_{ped}$  sowie ggf. weitere Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 ein und ermittelt ebenfalls in der beschriebenen Weise daraus den Sollwert  $m_{L_{soll}}$  für den Luftmassenstrom in der Luftzufuhr 65. Dabei ist es aus der DE-A 197 40 968 beispielsweise bekannt, abhängig vom Fahrerwunsch bzw. Fahrerwunschkmoment den Sollwert  $m_{L_{soll}}$  für den Luftmassenstrom in der Luftzufuhr zu ermitteln. Die Ermittlung des Sollwertes  $m_{L_{soll}}$  für den Luftmassenstrom im in der Luftzufuhr 65 kann daher gemäß der DE-A 197 40 968 erfolgen. Aus diesem Sollwert  $m_{L_{soll}}$  für den Luftmassenstrom und der aktuellen Motordrehzahl  $n$  ermittelt die Ermittlungseinheit 55 in der beschriebenen Weise mit Hilfe des Kennfeldes sowie dem Ladedruck  $p_l$  und dem Umgebungsdruck  $p_u$  das Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$ . Anschließend wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt.

Bei Programmpunkt 110 berechnet die Ermittlungseinheit 55 aus dem Ladedruck  $p_l$  und dem Umgebungsdruck  $p_u$  das gemessene Istdruckverhältnis  $v_{pist} = p_l/p_u$ . Anschließend wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt.

Bei Programmpunkt 115 vergleichen die Vergleichsmittel 45 das gemessene Istdruckverhältnis  $v_{pist}$  mit dem Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$ . Weicht das gemessene Istdruckverhältnis vom Solldruckverhältnis länger als eine vorgegebene Entprellzeit und um mehr als einen vorgegebenen Toleranzwert ab, so wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt.

Bei Programmpunkt 125 haben die Fehlerdetektionsmittel 50 aufgrund der von den Vergleichsmitteln 45 länger als die vorgegebene Entprellzeit ausgegebenen Abweichung zwischen dem gemessenen Istdruckverhältnis  $v_{pist}$  und dem Solldruckverhältnis  $v_{psoll}$  um mehr als den vorgegebenen Toleranzwert einen Fehler erkannt, der durch einen Schlauchabfall stromabwärts des elektrisch betriebenen Laders 5, durch alle Fehlerbilder, bei denen die Solldrehzahl des elektrisch betriebenen Laders 5 trotz Drehzahlregelung

länger als eine bestimmte Zeit von der Istdrehzahl des elektrisch betriebenen Laders 5, gemäß der JP-2001-123844 A abweicht oder durch ein fälschlicher Weise geöffnetes Bypassventil 70 bewirkt wird. Die Fehlerdetektionsmittel 50 geben dann eine Fahrerwarnung, z.B. durch Aktivierung einer Warnlampe am Kombinationsinstrument des Kraftfahrzeugs ab. Anschließend wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 120 wird kein Fehler detektiert bzw. ein in einem vorherigen Programmdurchlauf detektierter Fehler von den Fehlerdetektionsmitteln 50 wieder gelöscht. Anschließend wird zu Programmpunkt 100 zurückverzweigt.

Aufgrund der Fahrerwarnung bei Programmpunkt 125 wird dem Fahrer mitgeteilt, dass ein Fehler durch einen Schlauchabfall in der Luftzufuhr 65 stromabwärts des elektrisch betriebenen Laders 5, ein Fehler des elektrisch betriebenen Laders 5 aufgrund einer länger als eine bestimmte Zeit andauernden Abweichung zwischen der Solldrehzahl und der Istdrehzahl des elektrisch betriebenen Laders 5 oder ein Fehler aufgrund eines fälschlicher Weise geöffneten Bypassventils 70 vorliegt. Zusätzlich kann es nun vorgesehen sein, dass nach Programmpunkt 120 und nach Programmpunkt 125 wie in Figur 3 gestrichelt dargestellt zu einem Programmpunkt 130 verzweigt wird. Bei Programmpunkt 130 vergleichen die Vergleichsmittel 45 das gemessene Istdruckverhältnis  $v_{\text{pist}}$  mit dem modellierten Istdruckverhältnis  $v_{\text{pmod}}$  und geben das Vergleichsergebnis an die Fehlerdetektionsmittel 50 ab. Weicht das gemessene Istdruckverhältnis  $v_{\text{pist}}$  länger als die vorgegebene Entprellzeit vom modellierten Istdruckverhältnis  $v_{\text{pmod}}$  um mehr als den vorgegebenen Toleranzwert ab, so wird zu einem Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 135 verzweigt.

Bei Programmpunkt 140 detektieren die Fehlerdetektionsmittel 50 einen Fehler aufgrund eines fälschlicher Weise geöffneten Bypassventils 70 oder eines Schlauchabfalls stromaufwärts des elektrisch betriebenen Laders 5 und stromabwärts des Luftmassenmessers 40, der entsprechend durch eine Fahrerwarnung beispielsweise durch eine weitere Warnlampe am Kombinationsinstrument des Kraftfahrzeugs zur Anzeige gebracht wird. Anschließend wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 135 haben die Fehlerdetektionsmittel 45 keinen Fehler erkannt. Anschließend wird zu Programmpunkt 100 zurückverzweigt. Anstelle des zusätzlichen Vergleichs gemäß der gestrichelten Abfrage 130 nach Figur 3 kann der Vergleich zwischen dem gemessenen Istdruckverhältnis  $v_{\text{pist}}$  und dem modellierten Istdruckverhältnis  $v_{\text{pmod}}$

auch anstelle des Programmpunkts 115 und des dortigen Vergleichs zwischen dem gemessenen Istdruckverhältnis  $v_{pist}$  und dem Soll-  
druckverhältnis  $v_{psoll}$  durchgeführt werden, wobei dann der Programmpunkt 125 durch den Programmpunkt 140 und der Programmpunkt 120 durch den Programmpunkt 135 ersetzt wird.

5

Durch das beschriebene Verfahren lässt sich eine Diagnose der durch den elektrisch betriebenen Lader 5 bewirkten Verdichtung realisieren, bei der die beschriebenen Fehler des Schlauchabfalls stromauf oder stromab des elektrisch betriebenen Laders 5, des fälschlicher Weise geöffneten Bypassventils oder des elektrisch betriebenen Laders selbst aufgrund einer länger als eine bestimmte Zeit andauernden Abweichung zwischen der Soll-  
drehzahl und der Ist-drehzahl erkannt werden können.

10

15

20

25

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Diagnose der Verdichtung lassen sich für beliebige Verdichter zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine 1 zuzuführenden Luft in entsprechender Weise anwenden. Beispielsweise lässt sich eine Diagnose einer im wesentlichen durch den Abgasturbolader 15, 75, 80 realisierten Verdichtung in der Luftzufuhr 65 realisieren, bei der der elektrisch betriebene Lader 5 entweder nicht vorhanden oder deaktiviert ist und der Abgasturbolader 15 beispielsweise über das Wastegate definiert angesteuert wird. Dies kann beispielsweise in einem Vollastbetriebszustand erfolgen. Alternativ kann auch ein als Kompressor ausgebildeter mechanischer Verdichter und die durch ihn bewirkte Verdichtung in der Luftzufuhr 65 diagnostiziert werden. Eine definierte Ansteuerung des Kompressors kann beispielsweise über die Einstellung eines definierten Öffnungsgrades eines Bypassventils eines den Kompressor in der Luftzufuhr 65 umgehenden Bypasses realisiert werden. Die Diagnose kann im Falle des Kompressors beispielsweise ebenfalls in einem Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine 1 bei nicht aktiviertem oder nicht vorhandenem elektrisch betriebenen Lader 5 durchgeführt werden.

30

17.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

### Ansprüche

15

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Verdichter (5; 15) zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Luft, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Diagnose der Verdichtung ein Istdruckverhältnis über dem Verdichter (5; 15) gemessen wird, dass das gemessene Istdruckverhältnis mit einem vorgegebenen Wert verglichen wird und dass in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses ein Fehler detektiert wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als vorgegebener Wert ein Solldruckverhältnis gewählt wird.

25

3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als vorgegebener Wert ein modelliertes Istdruckverhältnis gewählt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das modellierte Istdruckverhältnis in Abhängigkeit einer Motordrehzahl und eines Luftmassenstroms ermittelt wird.

30

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Verdichter (5; 15) ein elektrisch betriebener Lader gewählt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Diagnose in einem Leerlauf- oder leerlaufnahen Zustand durchgeführt wird.

35

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrisch betriebene Lader (5) für die Diagnose definiert angesteuert wird, vorzugsweise im Rahmen eines frühzeitigen Hochlaufs.

5 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Diagnose ein Schubumluftventil (10) geschlossen wird.

9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Verdichter (5; 15) ein Abgasturbolader (15) oder ein Kompressor gewählt wird.

10

10. Vorrichtung (20, 25, 30, 35, 40) zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Verdichter (5; 15) zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Luft, **dadurch gekennzeichnet, dass** Ermittlungsmittel (55) vorgesehen sind, die aus mit Messmitteln (25, 30) gemessenen Größen für eine Diagnose der Verdichtung ein Istdruckverhältnis über dem Verdichter (5; 15) ermitteln, dass Vergleichsmittel (45) vorgesehen sind, die das gemessene Istdruckverhältnis mit einem vorgegebenen Wert vergleichen und dass Fehlerdetektionsmittel (50) vorgesehen sind, die in Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses einen Fehler detektieren.

15

20

17.01.03 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) mit einem Verdichter (5; 15) zur Verdichtung der der Brennkraftmaschine (1) zugeführten Luft vorgeschlagen, die eine Diagnose möglichst vieler Fehlerbilder ohne zusätzlichen Sensoraufwand ermöglicht. Für eine Diagnose der Verdichtung wird ein Istdruckverhältnis über den Verdichter (5; 15) gemessen. Das gemessene Istdruckverhältnis wird mit einem vorgegebenen Wert verglichen. In Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses wird ein Fehler detektiert.

20

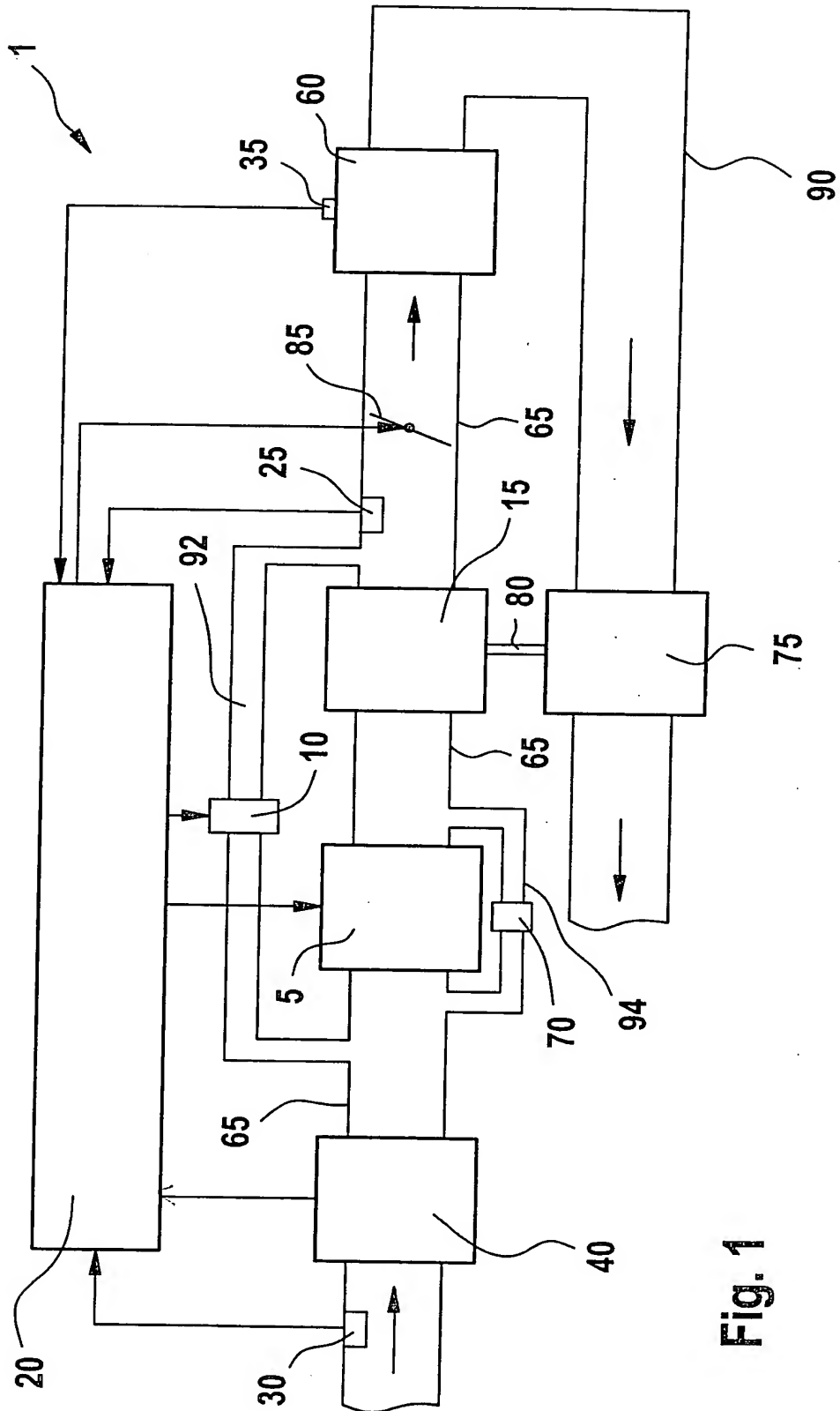


Fig. 1

Fig. 2

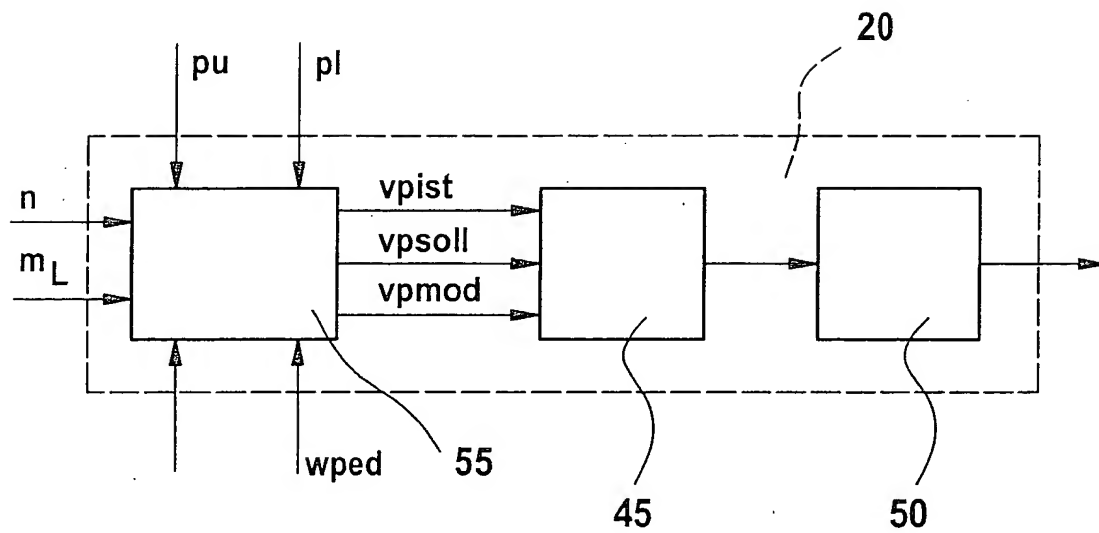




Fig. 3

